

虎的日粮营养和表观消化率的测定

李婉萍 王兴金* 李少基 陈足金 谢高基 陈洪汉

(广州动物园科研中心 广州 510070)

摘要:为了解动物园中圈养虎对日粮中各主要营养成分的摄入量及其表观消化率,于2004年12月对6只华南虎(*Panthera tigris amoyensis*)和1只孟加拉虎(*P. t. tigris*)日粮的营养成分进行了分析,并测定了其表观消化率。结果表明,尽管每只虎的日粮组成及其营养成分不尽相同,但是虎对粗蛋白、脂肪等主要营养成分和能量的表观消化率都很高,而且非常接近,分别为(97±0.7)%、(98±1.0)%和(97±1.3)%。对干物质及灰分的表观消化率差异较大,分别为86%~95%,36%~65%,估计与日粮中骨骼成分含量差异较大有关。其中成年虎对粗蛋白、脂肪、能量的每日摄入量分别为(1 061.3±134.4)g,(251.3±63.3)g(35 276.7±6 009.1)kJ。

关键词:华南虎;孟加拉虎;表观消化率;每日营养摄入量

中图分类号:S864.4 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2006)04-111-04

Study on the Nutrient and the Apparent Digestibility of the Tiger's Diet

LI Wan-Ping WANG Xing-Jin LI Shao-Ji CHEN Zu-Jin XIE Gao-Ji CHEN Hong-Han

(Research Center of Guangzhou Zoological Garden, Guangzhou 510070, China)

Abstract In order to value a tiger's daily intake macronutrient and its apparent digestibility of meat-based diet, nutritional and apparent digestibility was analyzed of the diet of six individuals of South China Tigers (*Panthera tigris amoyensis*) and one Bengal Tiger (*P. t. tigris*) during December, 2004. Though the dietary components could not be seriously controlled, the apparent digestibility of the macronutrient, crude protein, fat and energy was at a quite a high level, (97±0.7)%, (98±1.0)%, and (97±1.3)% respectively and was not varied much between each tested tigers. The apparent digestibility of dry matter and ash was 86%–95% and 36%–65% respectively. That great variation might be due to the difference in quantity of bone in the diet. The daily intake macronutrient, crude protein, fat and energy of an adult South China Tiger was (1 061.3±134.4)g (251.3±63.3)g (35 276.7±6 009.1)kJ respectively.

Key words South China Tiger; Bengal Tiger; Apparent digestibility; Nutrient daily intake

虎是我国一级保护动物,也是全球性的濒危物种之一^[1]。我国特有的华南虎(*Panthera tigris amoyensis*)现存数量仅70只,且全部生存在动物园内,急需加强研究和保护。虎是食肉的大型猫科动物,其营养需求对维持生存与健康具有重要的意义,但这方面的研究资料极少。目前各动物园为华南虎提供的饲料是根据经验配制的,没有统一的标准。1997年虎的全球动物生存计划协调组专家 Ellen S. Dierenfeld 博士

对上海、苏州、重庆、广州四所动物园华南虎的营养进行了调查和评估^{**}。为了解华南虎的营养

基金项目 广州市科技局资助项目(No.2003J1-L0291);

* 通讯作者, E-mail: cnwxj@21cn.com;

第一作者介绍 李婉萍,女,兽医师,主要从事实验室分析; E-mail: gzzre108@tom.com

** Ellen S. Dierenfeld(涂荣秀译).中国四所动物园华南虎的营养评估.动物园 第六辑.中国动物园协会编.1998.87~90.

收稿日期 2005-10-12,修回日期 2006-04-15

养摄入量和对肉类日粮的消化情况,我们于2004年12月对广州动物园饲养的5只成年华南虎、1只幼年华南虎和1只成年孟加拉虎(*P. t. tigris*)的日粮营养成分进行了分析,并分别测定了虎对日粮中的营养成分和能量的表观消化率,现将结果报道如下。

1 材料与方 法

1.1 动物及其饲养 试验虎的日粮由猪肉、牛肉、羊、鸡、兔等组成,另补充适量由骨粉、海盐、多种维生素组成的添加剂,并适当添加鸡蛋和牛奶。其中羊、鸡和兔是指去毛、去内脏、含骨骼的胴体。各种原料按虎的采集习惯进行适当搭配,但不能保证每只试验虎采食相同的量和吃下去的食物中含有相同的营养成分。

1.2 方法 参照猪的消化试验方法^[2],收集每只受试动物排出的全部粪便。在正式实验前进行预试,目的是确定日粮中各种肉类的比例和每只受试虎的每日采食量。正式试验期间,每天投喂的食物量全部称重,并以刚好被受试虎全部能吃完为限。如有剩余的食物,要对各种剩余的肉类分别称重,并从相应的肉类投喂量中减去,得到受试虎对每种肉类的实际采食量。实验从周一开始,为期一个星期。每天下午4:00时饲喂受试虎,同时采集投喂饲料的样本,于次日上午和下午饲喂前各收集一次粪便,共收集7d。由于每周日停喂一天,实际受试虎只饲喂6d。因此将受试动物6d进食的食物总量除以7d,作为实验期间每只虎每天的平均进食量。饲料样本和粪便均置-20℃低温冰箱保存备用,并在粪便样本中加入1/4(v/w)量的10%(w/v)酒石酸以固定挥发性氮。对羊、鸡、兔等含有骨骼的饲料样本,先将骨骼剔出用高压锅进行预处理,即121℃,30min,再置65℃烘干,室温下平衡、粉碎,置具塞瓶中4℃保存备用;其他饲料样本及粪样按常规方法进行风干、室温平衡、粉碎、过筛处理。

按照GB/T-92的标准方法^[3],分别测定每日收集的饲料样本及粪便中粗蛋白、脂肪、干物质、灰分、能量的数值,并根据实验期间各营养

成分摄入的总量和排出的总量,计算其表观消化率。

表观消化率(%)=试验期间某营养成分摄入总量×100/试验期间某营养成分的排出总量;

营养成分的每日摄入量=试验期间某营养成分的摄入总量/7。

1.3 仪器及试剂 长沙仪器厂生产的WZR-1A微电脑精密快速自动热量计、上海纤检仪器有限公司生产的SZC-C脂肪测定仪、北京思贝得机电技术研究所生产的KXL-1010控温煮粥炉和KYD-9820凯氏定氮仪、德国Sartorius电子分析天平、上海浦东荣丰科学仪器有限公司生产的马福炉。所有试剂均为分析纯,按产品说明和相关资料自行配制。

2 结果与讨论

实验期间动物采食的饲料总量及排出的粪便总量和其中的主要营养成分含量见表1、表2。虽然每只试验虎实际采食的饲料种类以及所摄入的主要营养成分有一定的差异,但他们对日粮中粗蛋白、脂肪和能量的表观消化率都很高,而且非常接近,分别为(97±0.7)%、(98±1.0)%和(97±1.3)% (表3)。这一结果说明,本实验用于饲喂虎的肉类饲料不仅具有很高营养成分,而且其营养成分可以被虎充分利用。本结果与Hackenburger和Atkinson^[4]的结果基本一致,与张轶卓等对3月龄非洲狮进行的消化实验结果也比较接近。他们采用的日粮组成为牛肉、羊肉和牛奶粉加添加剂^[2]。涂荣秀等对华南虎幼仔进行的消化试验也得到类似结果,而他们的饲料则为进口的Esbilac犬用奶粉^[3]。野生虎的主要猎食对象为中大型有蹄类动物^[5],通常选用牛肉和瘦猪肉为圈养虎的主要日粮。本实验结果表明,虎对肉类中的粗蛋白、脂肪和能量的表观消化率受肉的品种影响较小,因此可以选用价格相对低廉的肉类作为圈养虎能量和蛋白的来源,以降低饲养成本。

动物骨骼是虎的日粮的基本成分之一,也是虎所需钙、磷的主要来源,同时骨髓也提供部

分能量。所以我们在测定虎的营养摄入量和表观消化率时,仍按常规饲喂方法提供了骨骼成分。在本实验结果中,灰分和干物质的消化率低于 Hackenburger 和 Atkinson^[4]的结果。而且日粮中骨骼成分多,则灰分的表观消化率较低。

干物质的表观消化率也受到类似影响(表 3)。造成这种现象的主要原因与日粮中骨骼含量的多少有关。但是,骨骼的存在对粗蛋白、脂肪和能量的表观消化率影响不大。

表 1 虎日粮摄入和粪便排出情况

	成年华南虎					幼龄华南虎	孟加拉虎
	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号
猪肉(g)	28 420	12 881	12 192	9 902	3 739	8 097	21 865
牛肉(g)	0	18 858	15 979	17 885	15 802	0	0
兔肉(g)	5 463	4 162	4 676	4 026	3 968	8 868	1 681
鸡肉(g)	6 099	0	0	0	0	10 423	1 622
添加剂(g)	177.4	0	0	0	0	312	177.4
鸡蛋(g)	582	0	0	0	0	582	0
羊肉(g)	0	5 687	5 357	6 418	6 968	0	0
牛奶(ml)	1 200	1 500	1 500	1 500	1 500	2 400	0
粪便总量(g)	2 252	1 266	1 437	1 893	1 310	2 455	923

表 2 实验期间动物摄入及排出的营养成分总量

		粗蛋白(g)	脂肪(g)	干物质(g)	灰分(g)	能量(kJ)	
成年华南虎	1 号	摄入量	8 286	2 497	12 188	1 060	303 517
		排出总量	261	44	755	521	9 590
	2 号	摄入量	8 086	1 726	10 041	772	261 676
		排出总量	186	26	533	270	7 430
	3 号	摄入量	7 459	1 650	10 092	739	243 102
		排出总量	179	30	619	325	7 802
	4 号	摄入量	7 427	1 617	10 015	735	239 342
		排出总量	228	34	853	467	9 469
	5 号	摄入量	5 888	1 304	8 026	641	187 049
		排出总量	161	16	646	394	6 458
幼龄华南虎	6 号	摄入量	3 254	518	4 264	659	94 355
		排出总量	145	20	596	345	5 217
孟加拉虎	7 号	摄入量	5 186	1 458	7 382	580	186 569
		排出总量	136	20	387	203	4 482

表 3 试验虎对各营养成分的表观消化率

		粗蛋白(g)	脂肪(g)	干物质(g)	灰分(g)	能量(kJ)
成年华南虎	1 号	97	98	94	51	97
	2 号	98	98	95	65	97
	3 号	98	98	94	56	97
	4 号	97	98	91	36	96
	5 号	97	99	92	38	97
幼龄华南虎	6 号	96	96	86	48	94
孟加拉虎	7 号	97	99	95	65	98
$\bar{X} \pm SE$		97 ± 0.7	98 ± 1.0	92 ± 3.2	51 ± 11.7	97 ± 1.3

用于本实验的受试虎为正常的健康虎,实验期间的饲养管理仍按常规进行,所以得到的

虎摄入的营养量可以反映其正常需要量。从表 4 可知 5 只成年华南虎每日平均能量的摄入量($35\ 276.7 \pm 6\ 009.1$) kJ ,其中所提供的消化能约为 34 218 kJ。实际上,由于体型和性别不同及动物所处的生理状态不同,能量的实际摄入量在个体间会有较大的差异。

值得注意的是,作为一种专性食肉动物,虎对蛋白质和脂肪需要量远远高于其他动物^[6]。尽管有资料表明,家猫可以作为虎的营养需要的实验模型,而且建议将营养全面的商品猫粮

作为虎的主要日粮成分与肉类共同使用^[5]。但本实验中虎日粮中粗蛋白和脂肪含量以干物质计分别达到 74.0% 和 17.3%(表 4),远远高于 NRC 推荐的猫科动物最低需要量(分别为 28.0% 9.0% ,NRC 1984)。本实验的时间只有一个星期,并且只对圈养虎日粮中营养成分及其表现消化率进行了分析,没有涉及到圈养虎的营养与健康的相互关系。本结果是在广州冬季(12 月份)所测,其结果与有关文献建议的量基本相符^[4]。

表 4 成年华南虎的日粮成分及每日摄入量

		粗蛋白(g)	脂肪(g)	干物质(g)	灰分(g)	能量(kJ)
1 号	每日摄入量	1 183.7	356.7	1 741.1	151.4	43 359.6
	占干物质的百分比(%)	68.0	20.5	100	8.7	2 490.3
2 号	每日摄入量	1 155.1	246.6	1 434.41	10.3	37 382.3
	占干物质的百分比(%)	80.5	17.2	100	7.7	2 606.1
3 号	每日摄入量	1 065.6	235.7	1 441.7	105.6	34 728.9
	占干物质的百分比(%)	73.9	16.3	100	7.3	2 408.9
4 号	每日摄入量	1 061.0	231.0	1 430.7	91.6	34 191.7
	占干物质的百分比(%)	74.2	16.1	100	8.0	2 389.8
5 号	每日摄入量	841.1	186.3	1 146.6	94.1	26 721.3
	占干物质的百分比(%)	73.4	16.2	100	15.5	2 330.5
平均每日摄入量 ± 标准误		1 061.3 ± 134.4	251.3 ± 63.3	1 438.9 ± 210.3	112.8 ± 22.7	35 276.7 ± 6 009.1
平均占干物质的百分比(%) ± 标准误		74.0 ± 4.5	17.3 ± 1.8	100 ± 0	7.8 ± 0.6	2 445.1 ± 106.6

致谢 实验得到广州动物园饲养二班和饲养场部分饲养人员的协助, 科研中心黄志宏博士、华南农业大学博导傅伟龙教授曾审阅本文并提出修改意见, 一并致谢。

参 考 文 献

[1] 王维, 沈庆永, 胡洪光. 华南虎的现状与保护. 动物学杂志, 1999, 34(2): 38 ~ 41.
 [2] 胡坚, 张婉如, 王振权主编. 动物饲养学实验指导. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1994, 48 ~ 55.
 [3] 中国饲料办公室编. 饲料工业标准汇编. 北京: 中国标准

出版社, 1996, 22 ~ 48.
 [4] Hackenburge M, Atkinson J. The apparent digestibilities of captive tigers (*Panthera tigris* spp.). Third Ann. Dr. Scholl Nutr. Conf. Chicago, IL.: Lincoln Park Zoo, 1983, 70.
 [5] Ramakrishnan U, Richard G C, Neil W P. Tiger decline caused by the reduction of large ungulate prey: evidence from a study of leopard diets in southern India. *Biological Conservation*, 1999 (89): 113 ~ 120.
 [6] Czamecki G. Protein and amino acid utilization in carnivores. Third Ann. Dr. Scholl Nutr. Conf. Chicago, IL.: Lincoln Park Zoo, 1983, 28.